

*more times higher than the MPC norms. The absence of the systems of collecting, removing and treatment of the filtrate promotes a rapid pollution of all environmental components.*

*Municipal solid waste, landfill, filtrate, collection, removal and neutralization of filtrate.*

### References

1. *Ekologicheskie aspekty zahoroneniya tverdyh kommunalnyh othodov na poligonah / D.M. Eroshina, V.V. Hodin, V.S. Zubritsky i dr. – Mn.: RUP «BelNITS «Экология», 2010-152 s.*

2. **Vostretsov S.P.** *Vliyanie plotnosti ukhadki TBO na obrazovanie filtrata / Mat-ly V Mezhdunar. konf. «Sotrudnichestvo dlya resheniya problem othodov». – Kharkov: 2008. – S. 187-190.*

3. **Solomin I.A.** *Uchebno-metodicheskoe posobie po kursovomu proektirovaniyu: Poligony zahoroneniya tverdyh kommunalnyh othodov. – Electron. Tekstovye dan. – M.: RGAU-MSHA im. C.A. Timiryazeva, 2016-77 s. – Kolleksiya: Uchebnaya i uchebno-metodicheskaya literature. – Rezhim dostupa: <http://elib.timacad.ru/dl/local/706.pdf>. – Zagl. S titul. ekrana. – Elektron. Versiya pech. publikatsii. <URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/706.pdf>>.*

4. *Upravlenie othodami. Poligony zahoroneniya tverdyh bytovykh othodov /*

*Ya.I. Vaisman [i dr.]. – Perm: Izd-vo PGU, 2007 – 463 s.*

5. **Bespalov V.I., Adamyan R.G.** *Analiz uslovij obrazovaniya filtrate na poligonah pozahoroneniya tverdyh othodov potrebleniya / VQI Mezhdunar. Nauchno-prakt. konf. «Novosti peredovoy nauki». – Praga: 2013. – S. 82-85.*

6. **Glushankova I.S.** *Ochistka filtratsionnykh vod poligonov zahoroneniya tverdyh bytovykh othodov na razlichnykh etapakh zhiznennogo tsikla: dissertatsiya ... doktora tehnikeskikh nauk: 05.23.04. – Perm, 2004. – 331 s.*

The material was received at the editorial office  
23.05.2020

### Information about the author

**Solomin Igor Aleksandrovich**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Organization and building technologies of objects of environmental engineering», FSBEI HE RSAU-MAA; 127550, Moscow, ul. B. Akademicheskaya, 44; e-mail: [garik13solomin@yandex.ru](mailto:garik13solomin@yandex.ru)

УДК 502/504:631.4

DOI 10.26897/1997-6011-2020-3-59-70

**А.С. ИСАЕВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА БАСЕЙНА САНЫ НА МАКРО-И МЕЗОКЛИМАТИЧЕСКОМ УРОВНЕ

*Целью исследования является изучение макро-, мезо- и микроклиматических факторов, проявляющихся в условиях горного рельефа, обеспечивающих определённый уровень тепло- и влагообеспеченности горных ландшафтов формирующий специфический почвенный покров, разработка почвенно-климатического обоснования размещения сельскохозяйственных культур и применения удобрений, создание общей схемы агротехнических и водных мелиораций, планирование и осуществление мероприятий по рациональному использованию и охране земельных ресурсов. В результате анализа и обобщения материалов обследований и изысканий были установлены закономерности пространственного распространения климатических условий в зависимости от абсолютной отметки поверхности земли и рельефа местности. Определена биологическая продуктивность типов почв и особенности сельскохозяйственного использования земельного фонда, установлены основные показатели, положенные в основу схемы природно-сельскохозяйственного районирования бассейна Саны в системе комплексных территориально-производственных образований, выделяемых на трёх уровнях: макро-, мезо- и микроклиматическом.*

*Природно-сельскохозяйственное районирование, таксономические единицы природно-сельскохозяйственного районирования, макроклиматические условия, мезоклиматические условия.*

**Введение.** Полученные в полевых условиях материалы площадной почвенной съёмки; комплексных климатических, геоморфологических, почвенно-мелиоративных исследований на 36 экспериментальных площадках; геологических, гидрологических и гидрогеологических изысканий были использованы для разработки классификации почв, установления локализации почвенных разностей. При проведении агроэкологической оценки и природно-сельскохозяйственного районирования земель в рамках «Схемы использования водных и земельных ресурсов бассейна Саны», разработке рекомендаций по мелиорации и рекультивации почв эти материалы так же были использованы. Составление «Схем» производилось под руководством главного инженера Ш.Б. Мукашева при участии квалифицированных специалистов Г.Г. Воробьева, Б.Н. Гречихина, М.Р. Плиско, А.С. Исаева и др.

Данная статья является третьей в планируемой серии статей, посвящённых пространственному распространению, классификации, строению почвенных профилей, свойствам, агроэкологической оценке, мелиорации, рекультивации и сельскохозяйственному использованию почв, а также природно-сельскохозяйственному районированию земель бассейна Саны.

### **Методические основы природно-сельскохозяйственного районирования бассейна Саны.**

Возможность интенсификации сельскохозяйственного производства определяется наличием необходимых природных ресурсов: теплообеспеченности, влагообеспеченности, наличия свободных продуктивных земель, уровня почвенного плодородия и др. Поэтому основной задачей исследований является оценка природных ресурсов с точки зрения обеспечения расширенного воспроизводства сельскохозяйственной продукции.

Для решения поставленной задачи целесообразно использовать природно-сельскохозяйственное районирование, основанное на согласовании физико-географического и сельскохозяйственного подходов, позволяющих выполнить комплексный территориальный учёт и оценку использования

природных ресурсов в сельскохозяйственном производстве [1].

Необходимость такого подхода позволяет обратиться к трудам русских учёных: В.В. Докучаева (1846-1903), Н.М. Сибирцева (1860-1900), К.А. Тимирязева (1843-1920), Д.Н. Прянишникова (1865-1948), А.И. Воейкова (1842-1916), Л.Н. Прасолова (1875-1954), С.Г. Струмилина (1877-1974) и других, обосновавших применение физико-географического подхода к изучению, учёту и использованию природных ресурсов в сельском хозяйстве [1].

В.В. Докучаев и Н.М. Сибирцев теоретически обосновали наличие природной горизонтальной и вертикальной зональности на земной поверхности. В.В. Докучаев и Г.Н. Высоцкий установили зависимость биологической продуктивности сельскохозяйственных культур от тепло- и влагообеспеченности.

К.А. Тимирязев пришёл к выводу, что в основе разнообразия и богатства растительных ассоциаций местности лежит поступление тепла солнечной радиации, ассимилируемой растениями в процессе фотосинтеза. А.И. Воейков и П.И. Броунов развили представление о связи климатической зональности с типами сельскохозяйственного производства.

С.Г. Струмилин обосновал последовательность учёта природных и экономических условий в форме соответствующих ступеней природно-экономического районирования. При этом за критерий сравнительного качества земель была принята степень производительной способности почвенного покрова, обусловленная естественными факторами плодородия и, в первую очередь, теплообеспеченностью и влагообеспеченностью территории. На основе учтённых естественных факторов и условий производства должны определяться технические мероприятия, позволяющие в полной мере использовать имеющиеся природные ресурсы и должна рассчитываться их экономическая эффективность.

С.А. Удачин (1903-1974) считал необходимым применять географический подход при проведении межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства, в основе которого должен лежать строгий

учёт природных и экономических условий территорий и каждого сельскохозяйственного предприятия для планирования сельскохозяйственного производства на основе рационального использования и охраны земель.

Реализация географического подхода может быть осуществлена в рамках природно-сельскохозяйственного районирования земель, в основе которого лежит анализ природных условий с точки зрения их значения в сельскохозяйственном производстве. Разработка природно-сельскохозяйственного районирования производится на основе климатического, агроклиматического, геоморфологического, почвенно-географического, почвенно-агрохимического, геоботанического, сельскохозяйственного, экономического и других видов районирования.

Природно-сельскохозяйственное районирование представляет собой научную систему деления территории, которая учитывает закономерное распределение и учёт природных условий и ресурсов сельского хозяйства, особенности сельскохозяйственного использования земельного фонда в системе таксономических единиц, характеризующихся количественными и качественными показателями, позволяющими установить связь между природными условиями и сельскохозяйственным производством, обеспечивающую рациональное использование и охрану природных ресурсов.

Природно-сельскохозяйственное районирование является естественнонаучной основой рационального использования земель и землеустройства, территориального зонирования земельного фонда, агроэкологической оценки земель, выявления зависимостей между природными условиями и особенностями сельскохозяйственного производства, научно обоснованного планирования и размещения отраслей агропромышленного комплекса, разработки систем ведения сельского хозяйства, разработки общих схем агрономических, агротехнических, противоэрозионных и водных мелиораций, почвенно-климатического обоснования размещения сельскохозяйственных культур и применения удобрений, сортоиспытания и сорторазмещения, проведения земельнооценочных работ, планирования и осуществления мероприятий по охране природы и др.

В процессе проведения исследований на территории бассейна Саны природные

условия, изменяющиеся в сезонных циклах, и наличие продуктивных земель, используемых в сельскохозяйственном производстве, рассматривались как составляющие комплексной экологической системы. Данная система характеризуется показателями обеспеченности выращиваемых сельскохозяйственных культур, необходимыми условиями жизнедеятельности и необходимостью проведения агротехнических, водных, химических и иных мелиораций, что в итоге позволяет установить специализацию сельскохозяйственного производства [2, 3, 4].

**Учитывая специфические горные условия, к указанным показателям относятся [5-11]:**

- высотное положение и рельеф местности, функционально связанные с теплообеспеченностью, влагообеспеченностью и уровнем плодородия почв;
- антропогенное изменение форм рельефа в виде террасирования склонов и днищ впади, приводящее к изменению распределения влаги по рельефу;
- продолжительность периода вегетации;
- режим теплообеспеченности приземных слоёв атмосферы и почв: термические показатели агроклимата, термический режим почв;
- режим влагообеспеченности приземных слоёв атмосферы и почв, характеризующийся показателями атмосферного увлажнения, гидрологическими и гидрогеологическими режимами почв;
- естественная обеспеченность почв элементами питания растений (азот, фосфор и калий), фактическая потребность в элементах питания растений и расчётные дозы внесения органических и минеральных удобрений;
- показатели биохимической среды: реакция почвенного раствора (рН), солевой режим, карбонатность, окислительно-восстановительный потенциал, микробиологический режим почв.

В результате анализа и обобщения материалов обследований и изысканий в первую очередь деления территории по высоте и элементам рельефа были установлены закономерности пространственного распространения природных условий, определяющих биологическую продуктивность почв и особенности сельскохозяйственного использования земельного фонда, определены основные показатели, положенные

в основу схемы природно-сельскохозяйственного районирования бассейна Саны в системе комплексных территориально-производственных образований, выделяемых на трёх уровнях: макроклиматическом, мезоклиматическом и микроклиматическом [8].

**В основе выделения таксономических единиц трёх уровней лежат следующие понятия [2-4, 8]:**

**1) Макроклимат** – это климат планетарного масштаба, преобладающий на территории крупных регионов суши и акваторий морей и океанов, имеющих относительно однородные климатические показатели, отличающиеся от климатических показателей других регионов, главными из которых являются: географическое положение, закономерности глобальной циркуляции атмосферы, уровень солнечной радиации, удалённость от морей и океанов, макрорельеф, тепло- и влагооборот и др.

**2) Мезоклимат** – это климат, преобладающий на территориях среднего размера, представленных отдельными ландшафтами и их частями, достаточно однородными по природным условиям, накладывающийся на макроклиматические условия и определяющийся особенностями земной поверхности в сочетании с существенными проявлениями климатических факторов в приземных слоях атмосферы мощностью до 200-300 м и постепенно сглаживающиеся с высотой. Основными мезоклиматическими факторами являются: тепло- и влагооборот, локальная циркуляция атмосферы, геоморфологические условия, топография, тип почвенного и растительного покрова, наличие водных источников, специфические климатические условия (дожди и ливни, сильные ветра, колебания атмосферного давления, влажности и температуры воздуха), степень влагообеспеченности почвенного покрова, глубина залегания почвенных и грунтовых вод, производственная деятельность человека и др.

**3) Микроклимат** – это климат, преобладающий на сравнительно небольших территориях, представленных частями относительно однородных по природным условиям ландшафтов (лесные массивы, участки речной долины, побережье озера или моря, межгорная котловина, террасированный склон и др.), накладывающийся на мезоклиматические условия и определяющийся особенностями земной поверхности, в сочетании с локальными проявлениями

климатических факторов, наиболее существенно проявляющихся в приземных слоях атмосферы мощностью до 20-30 м и постепенно сглаживающихся с высотой. Основными микроклиматическими факторами являются: тепло- и влагооборот в приземных слоях атмосферы, локальная циркуляция атмосферы, геоморфологические условия (рельеф и экспозиция склона), топография, тип почвенного и растительного покрова, наличие водных источников, специфические локальные климатические условия (дожди и ливни, сильные ветра, колебания атмосферного давления, влажности и температуры воздуха), степень влагообеспеченности почвенного покрова, глубина залегания почвенных и грунтовых вод, производственная деятельность человека и др.

**При разработке природно-сельскохозяйственного районирования бассейна Саны установлены таксономические единицы трёх качественно разных уровней [8]:**

**1) Первый уровень.** Таксономические единицы планетарного уровня, выделяемые на основе макроклиматических факторов, характеризующих крупные природные образования и определяющих их местоположение на планете Земля: природно-сельскохозяйственный (агроклиматический) пояс, природно-сельскохозяйственный (агроклиматический) подпояс, природно-сельскохозяйственная (агроклиматическая) зона, природно-сельскохозяйственная горная область и природно-сельскохозяйственная горная провинция.

**2) Второй уровень.** Таксономические единицы, выделяемые на основе мезоклиматических факторов и орографических условий в сочетании с условиями сельскохозяйственного производства, отражающие изменения основных факторов и условий среды в границах выделенной территории: природно-сельскохозяйственный горный округ, природно-сельскохозяйственные горные районы.

**3) Третий уровень.** Таксономические единицы, выделяемые на основе микроклиматических факторов и орографических условий в сочетании с условиями сельскохозяйственного производства, отражающие изменения основных факторов и условий среды в границах выделенной территории: природно-сельскохозяйственный горный подрайон, природно-сельскохозяйственный горный участок.

**Характеристика таксономических единиц природно-сельскохозяйственного районирования первого уровня, выделяемых на основе макроклиматических факторов [8].**

**Природно-сельскохозяйственный (агроклиматический) пояс** – высшая единица природно-сельскохозяйственного (агроклиматического) районирования, выделяемая по ряду макроклиматических факторов, включая теплообеспеченность, определяющую распространение термических типов почв и растительности, а также поясной тип сельскохозяйственного производства.

Показатель теплообеспеченности характеризуется годовой суммой активных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  ( $\sum t^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ ), значения которых получены по данным метеорологических станций, расположенных на территории бассейна Саны.

Поясные (термические) типы почв и растительности выявлены на основе анализа имеющихся графических и текстовых материалов, а также почвенной съёмки, проведённой в процессе обследований и изысканий.

Поясные типы сельскохозяйственного производства характеризуются набором и продуктивностью сельскохозяйственных культур, применяемыми агротехническими и оросительными мелиорациями, территориальной специализацией производства и др.

В соответствии с «Агроклиматической картой мира» [2], Аравийский полуостров входит в состав жаркого тропического пояса с суммой активных температур ( $\sum t^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ )  $> 8000^{\circ}\text{C}$ , природные условия которого формируются под действием макроклиматических факторов. Жаркому тропическому природно-сельскохозяйственному поясу соответствует почвенно-биоклиматический пояс тропических постоянно тёплых почв.

В зависимости от возможности возделывания экологических типов сельскохозяйственных культур, особенностей внутрипоясного использования земли и изменения теплообеспеченности по территории, жаркий тропический природно-сельскохозяйственный пояс дифференцируется на подпояса, которые различаются особенностями циркуляции атмосферы, определяющими типы годового атмосферного увлажнения, континентальностью климата,

соответствующими рядами природной зональности.

**Природно-сельскохозяйственная (агроклиматическая) зона** – основная единица природно-сельскохозяйственного (агроклиматического) районирования, выделяемая по ряду макроклиматических факторов, характеризующаяся определённым комплексом почвенно-климатических условий, связанных с балансом тепла и влаги, обуславливающим особенности почвообразовательного процесса и минерального питания растений, распространение соответствующих зональных типов и подтипов почв; определённого зонального типа сельскохозяйственного производства; определённого соотношения интенсивно используемых пахотных, естественных кормовых, кустарниковых угодий и водных объектов; зональные системы агротехнических, оросительных и других мелиоративных мероприятий, обеспечивающих рациональное использование и охрану земельных ресурсов.

**Границы природно-сельскохозяйственных зон выделяются на местности по следующим критериям [8]:**

- границам контуров зональных типов почв с характерной для них природной растительностью, распространение которых определяется по картам почвенного и растительного покрова;

- изолиниям коэффициента годового атмосферного увлажнения  $K_u$  в виде отношения среднегодовых значений осадков к испаряемости, описывающих границы природных зон на территории незначительного годового увлажнения ( $K_u = 0,33$  – полупустыня,  $K_u = 0,22$  – пустыня).

На агроклиматической карте мира [2], территория ЙАР расположена в зоне незначительного увлажнения с  $K_u$  меньше 0,33, которой соответствует Афро-Азиатская тропическая полупустынная и пустынная почвенно-биоклиматическая область мира.

Особенности сельскохозяйственного производства природно-сельскохозяйственной зоны определяются значительным превышением испаряемости над осадками, вследствие чего земледелие возможно только при орошении подземными водами и использовании поверхностного стока, возникающего в периоды интенсивного выпадения осадков.

Так как определяющим фактором продуктивности растениеводства является

влаго – и теплообеспеченность растений, то при наличии достаточной теплообеспеченности, система земледелия должна предусматривать мероприятия, повышающие влагообеспеченность, в том числе: искусственное террасирование склонов для использования поверхностного стока, распашка земель в наиболее вероятные периоды выпадения осадков для максимального из задержания.

В системе природно-сельскохозяйственного районирования, горная территория бассейна Саны рассматривается по принадлежности к широтному жаркому тропическому природно-сельскохозяйственному (агроклиматическому) поясу с годовой суммой активных температур ( $\sum t^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ )  $> 8000^{\circ}\text{C}$ , который во многом определяют специфику природных условий (радиационный режим, типы структур высотной зональности и др.), а следовательно, и хозяйственную значимость земель.

С учётом географического положения горной территории бассейна Саны принята следующая таксономическая схема районирования в пределах жаркого тропического природно-сельскохозяйственного (агроклиматического) пояса на макроклиматическом уровне: природно-сельскохозяйственная горная область и природно-сельскохозяйственная горная провинция.

**Природно-сельскохозяйственная горная область** – крупная орографическая система, представленная Аравийским горстом, включающая отдельные горные образования (горы, котловины), привязанная к жаркому тропическому природно-сельскохозяйственному (агроклиматическому) поясу, выделяемая по ряду макроклиматических факторов и характеризующаяся поясными типами высотной зональности и связанными с ними особенностями сельскохозяйственного использования земель.

В предгорьях и горной местности широтная зональность осложняется вертикальной поясностью и зональностью, которая являются функцией рельефа и обусловлена изменением тепло- и влагообеспеченности с высотой над уровнем моря. Горы являются климатообразующим фактором, определяющим особенности циркуляции атмосферы, режим и сочетание климатических факторов. По мере увеличения отметки поверхности земли, усиливаются

процессы воздухообмена, что приводит к повышению минимальной и уменьшению максимальной температуры воздуха, усиливается влияние крутизны и экспозиции склонов, изменяется динамика поверхностного стока и условия влагообеспеченности.

Поэтому горные территории можно рассматривать как комплексные природные образования с развитой вертикальной поясностью и зональностью, принадлежащие соответствующим широтным поясам, в значительной мере определяющим специфику природных условий и хозяйственную значимость земель.

Высотные горные провинции в пределах горных областей различаются по зональным типам почвенного покрова, температурным полосам, зонам увлажнения другим показателям.

**Природно-сельскохозяйственная горная провинция** – часть горной области, относящаяся к широтному жаркому тропическому природно-сельскохозяйственному (агроклиматическому) поясу, представленная Центральным Йеменским нагорьем, выделяемая по ряду макроклиматических факторов и характеризующаяся биологически важными (фациальными) особенностями почвенного покрова, связанными с макроклиматом и его режимом в годовом ходе, который определяется показателями гидротермического и пищевого режимов почв, а также агроклиматическими показателями (континентальность климата, суровость и снежность зимы, тепло – и влагообеспеченность вегетационного периода, биологическая продуктивность).

Природно-сельскохозяйственные горные провинции выделяются по одному или нескольким указанным выше наиболее существенным почвенным и агроклиматическим показателям с учётом режима элементов климата в годовом цикле. Границы провинций проводятся с учётом естественных рубежей в виде горных систем.

Для провинциального типа сельскохозяйственного производства характерными являются: основной набор сельскохозяйственных культур, определяемый почвенно-климатическими условиями и специализацией сельского хозяйства; общий характер агротехники, определяемый агроклиматическими факторами; основной набор кустарниковых и древесных пород в полезащитных

и других насаждениях; определённый уровень эффективности минеральных удобрений; определённые показатели почвенного плодородия применительно к разным уровням агротехники.

**Характеристика таксономических единиц природно-сельскохозяйственного районирования второго уровня, выделяемых на основе мезоклиматических факторов [8].**

Таксономические единицы природно-сельскохозяйственного районирования второго уровня, выделяемые на основе мезоклимата, характеризуются средними масштабами климатических явлений, которые являются следствием воздействия компонентов ландшафта на макроклиматические процессы и проявляется в приземных слоях атмосферы мощностью 200-300 м.

В горных условиях рельеф является главным компонентом ландшафта и поэтому играет ведущую роль в формировании мезоклимата по сравнению с другими компонентами ландшафта. Поэтому при выделении таксономических единиц природно-сельскохозяйственного районирования на мезоклиматическом уровне – природно-сельскохозяйственного горного округа и природно-сельскохозяйственного района – следует ориентироваться на орографические рубежи.

**Природно-сельскохозяйственный горный округ** – часть горной провинции, характеризующаяся геоморфологическими особенностями территории (строением рельефа), составом почвообразующих пород, строением почвенного профиля, закономерным распространением почв разного гранулометрического состава, засоленности, солонцеватости, карбонатности и др., а также частными особенностями макро- и мезоклимата в пределах провинциальных норм.

Указанные особенности природно-сельскохозяйственных горных округов определяют: набор сельскохозяйственных культур и сортов, отвечающий местным условиям; частные особенности агротехники, определяемые условиями рельефа, составом почвообразующих пород и характером почвенного покрова; соотношение сельскохозяйственных угодий, естественных и агрокультурных ландшафтов при определённой степени освоённости территории; необходимые виды мелиорации, соотношение мелиорированных и немелиорированных земель; определённые системы севооборотов для

разных типов почвенного покрова; систему мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов.

Природно-сельскохозяйственные горные округа выделяются в пределах провинций главным образом по обобщённым типам горного рельефа, характеру почвообразующих пород, типу почвенного покрова, агроклиматическим показателям, степени распаханности территории и др. При этом рельеф и почвообразующие породы определяют перераспределение по территории элементов климата и продуктов почвообразования, особенностей агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Почвенно-климатические особенности горного округа связаны с положением его в широтном жарком тропическом природно-сельскохозяйственном (агроклиматическом) поясе и с мезоклиматическими условиями, характеризующимися климатическими явлениями среднего масштаба, проявляющимися на территории горного округа или горного района в виде локальной циркуляции воздушных масс, локальной тепло- и влагообеспеченности.

Мезоклимат горных территорий складывается в результате воздействия на макроклиматические явления подстилающей поверхности, представленной горным ландшафтом, в котором рельеф играет главную роль в формировании климата. Поэтому таксономические единицы мезорайонирования на уровне природно-сельскохозяйственных горных округов выделяются по следующим орографическим рубежам: высокогорные, горно-луговые (альпийские и субальпийские), склоновые среднегорные, склоновые низкогорные, плоскогорные, долинно-межгорно-котловинные; границы которых непосредственно выделяются на карте природно-сельскохозяйственного районирования рассматриваемой территории.

Генетический тип рельефа бассейна Саны и связанная с ним почвенно-климатическая зональность, позволяет выделить территориальное горное образование – Санский межгорно-котловинный округ.

При дальнейшей детализации природно-сельскохозяйственного районирования в горных и предгорных природно-сельскохозяйственных областях, в составе округов могут выделяться более однородные части – подокруга.

Природно-сельскохозяйственный горный округ с точки зрения климатических

условий в сочетании с развитием сельскохозяйственного производства можно охарактеризовать следующим образом: климатические условия – субтропический азиатский климат полупустынь и пустынь; почвенный покров – горный серо-коричневый почвенно-агроэкологический тип почв; земледелие при орошении подземными водами и водами поверхностного стока.

**Характерные особенности проявления мезоклиматических условий на территории горного образования – Санский межгорно-котловинный округ [8, 9]:**

1) Главными факторами, определяющими мезоклиматические условия, являются высота над уровнем моря и рельеф.

2) На территории бассейна Саны выделяется два горных яруса: преобладающий среднегорный ярус с отметками поверхности земли 2200-2500 м и высокогорный ярус, представленный верхними частями склонов горного обрамления и водоразделами, расположенными на высоте 2500-2800 м.

3) Климат территории умеренно-континентальный с очень тёплой зимой со средней температурой наиболее холодного месяца в году более 10°C.

4) Сумма активных температур ( $\sum t^{\circ C} > 10^{\circ C}$ ) бассейна Саны изменяется в диапазоне 5000-6800°C, что соответствует тёплому агроклиматическому поясу субтропических культур и культур умеренного пояса с длинным вегетационным периодом. Такие климатические условия позволяют выращивать два урожая среднеспелых сельскохозяйственных культур с различными требованиями к термическим условиям.

5) Характерной особенностью климатических условий является низкие значения среднегодовых осадков и на порядок превышающие осадки значения испаряемости. Средняя годовая сумма осадков составляет 250 мм, а по характеру годового увлажнения территория относится к сухой и очень сухой агроклиматической зоне с коэффициентом увлажнения  $K_u = 0,12-0,22$ .

6) Годовое атмосферное увлажнение определяет зональный серо-коричневый тип почв, относящейся к агроэкологическому классу тёплых сезонно-охлаждаемых почв, подклассу субтропических аридных почв с низким содержанием гумуса (1-3%), карбонатностью по всему профилю, низким содержанием фосфора, высоким содержанием калия, незначительным участием

в почвообразовательном процессе естественной растительности по причине её отсутствия.

7) Аридность климата, ограниченные и труднодоступные подземные водные ресурсы определяют особенности сельскохозяйственного производства:

- на высокогорных плато и Санской равнине увлажнение пахотных земель осуществляется за счёт атмосферных осадков, которые используются для выращивания зерновых культур, в том числе, засухоустойчивого вида зерновых – сорго;

- на террасированных склонах и днищах долин вади увлажнение пахотных земель осуществляется за счёт атмосферных осадков и местного поверхностного стока, которые используются для выращивания зерновых культур.

8) Высотная зональность формирует мезоклиматические условия, корректирующие широтные макроклиматические условия природно-сельскохозяйственного пояса, что приводит к смене жаркого тропического климата на субтропический, похолоданию климата и изменению агроэкологического типа почв бассейна Саны.

9) Ослабление влияния влажных юго-западных ветров горным окружением почти по всему периметру Санской равнины способствует уменьшению осадков по сравнению с аналогичными высотными ярусами гор на западных склонах Йеменского нагорья (400-500 мм/год) и формированию влагообеспеченности как главного лимитирующего фактора сельскохозяйственного производства.

Выпадающие осадки и воды поверхностного стока поступают в почву и формируют почвенные влагозапасы, которые являются источником испарения и транспирации. В силу незначительного объёма атмосферных осадков и поверхностного стока, инфильтрации воды в глубокие горизонты почвогрунта практически не происходит. Классификация пахотнопригодных земель бассейна Саны, в зависимости от влагозапасов, накопленных за вегетационный период, приведена в таблице 1.

Выделенные по указанным выше признакам таксономические единицы макро- и мезорайонирования территории бассейна Саны приведены в таблице 2.

Характеристика природно-сельскохозяйственного горного округа приведена в таблице 3.

Таблица 1

**Классификация пахотнопригодных земель бассейна Саны, в зависимости от влагозапасов, накопленных за вегетационный период [8]**

№	Характеристика пахотнопригодных земель по степени обеспеченности влагой	Влагозапасы	Тип земледелия	Местоположение земель и занимаемая площадь	Урожайность культур
-	-	мм	-	-	т/га
1	Земли постоянного недостатка увлажнения	менее 200	Необеспеченное влагой богарное земледелие, пассивный вид земледелия, зависящий от благоприятных климатических условий. Влагозапасы, позволяющие получать низкие урожаи культур, формируются только во влажные годы, имеющие место один раз в 4-5 лет	Санская равнина. Занимают площадь 509,6 км <sup>2</sup> или 48% пахотнопригодных земель	Очень низкая и низкая 0,1-0,3т/га
2	Земли, малообеспеченные влагой	200-250	Малообеспеченное влагой богарное земледелие. Влагозапасы, позволяющие получать урожаи культур формируются во влажные и средневлажные годы, имеющие место один раз в 2-3 года	Северо-восточная и северо-западная часть бассейна Саны, плато района Е. Занимают площадь 312,1 км <sup>2</sup> или 29% пахотнопригодных земель	Средняя 0,3-0,5т/га
3	Земли, полуобеспеченные влагой	250-350	Полуобеспеченное влагой богарное земледелие. Влагозапасы позволяющие получать урожаи культур формируются во все годы, кроме повышено сухих. Средние многолетние запасы влаги в почве составляют 35-40% от оптимальных значений.	Террасированные склоны южной и восточной части горного обрамления. Занимают площадь 243,9 км <sup>2</sup> или 23% пахотнопригодных земель и являются зерновой базой бассейна Саны	Высокая 0,5-0,7т/га
4	Земли, обеспеченные влагой	-	Орошаемое земледелие подземными водами	Днища вادي и нижние части склонов, расположенные среди земель мало- и полуобеспеченных влагой. Занимают площадь 32 км <sup>2</sup> или 3% пахотнопригодных земель и являются базой для выращивания овощей, зерновых и кормовых культур, многолетних насаждений	Урожайность пшеницы 0,6-0,7 т/га

Таблица 2

**Таксономические единицы макро- и мезорайонирования территории бассейна Саны [8]**

№	Таксономическая единица	Наименование
1	Агроклиматический пояс мира	Жаркий (сумма активных температур больше 10°C больше 8000°C, радиационный баланс более 75 ккал/см <sup>2</sup> в год, среднегодовая температура более 20°C)
2	Соответствующий широтный физико-географический пояс	Тропический
3	Агроклиматическая область годового атмосферного увлажнения мира	Область незначительного увлажнения с коэффициентом увлажнения $K_u$ меньше 0,33
4	Сопряжённая почвенно-биоклиматическая область мира	Афро-Азиатская тропическая полупустынная и пустынная область
5	Горная область	Аравийский горст
6	Горная провинция	Центральное Йеменское высокогорье
7	Горный природно-сельскохозяйственный округ	Высокогорная, межгорная котловина «Санский бассейн»

## Характеристика природно-сельскохозяйственного горного округа [8]

№	Показатель		Характеристика
1	2	3	4
1	Высота над уровнем моря	Средняя, м	2300 м
		Минимальная, м	2000-2100 м
		Максимальная, м	2800-3000 м
Агроклиматические условия			
2.1	Континентальность климата	По показателю степени континентальности климата Н.Н. Иванова $K = \frac{100 * A}{0,33 * \varphi}$	K = 120-150 Климат умеренно-континентальный
		Тип морозоопасности местности	Местность неморозоопасная
2.2	Теплообеспеченность	Годовая сумма активных температур выше 10°C ( $\Sigma t^{\circ}C > 10^{\circ}C$ ), °C	5000-6800°C
		Среднеголетняя температура воздуха наиболее холодного месяца, °C	11-14°C
		Среднеголетняя температура воздуха наиболее тёплого месяца, °C	18-22°C
		Продолжительность периода с температурой более 10°C, суток	365 суток
2.3	Влагообеспеченность	Среднеголетнее количество осадков, мм	250 мм
		Коэффициент увлажнения $K_u = \frac{O_{г}}{E_{То}}$	0,12
3	Агроэкологическая характеристика почвенного покрова	Почвенно-агроэкологический класс	Субтропический (тёплые сезонно-охлаждаемые почвы)
		Почвенно-агроэкологический подкласс	Субтропический аридный
		Почвенно-агроэкологический тип	Горные серо-коричневые почвы (автоморфные, карбонатно-сиалитные, слабощелочные, малогумусные)
4	Экологические типы возделываемых культурных растений		Субтропические культуры и повторные посевы однолетних культур
5	Особенности сельскохозяйственного производства		Богарное земледелие за счёт осадков и поверхностного стока на 97%, орошение подземными водами на 3% пахотопригодных земель
6	Преобладающий вид сельскохозяйственных культур в структуре посевов		Зерновые культуры, включая засухоустойчивые виды (сорго)
7	Средняя многолетняя продуктивность земледелия при естественном увлажнении в зерновых единицах, ц/га	Земли постоянного недостатка увлажнения, занимающие 48% площади пахотопригодных земель	10-30 ц/га
		Земли малообеспеченные влагой, занимающие 29% площади пахотопригодных земель	30-50 ц/га
		Земли полуобеспеченные влагой, занимающие 23% площади пахотопригодных земель	50-70 ц/га
8	Продуктивность земледелия при оптимальном земледелии		В 10 раз превышает продуктивность при естественном увлажнении

## Выводы

Из приведённых выше данных следует, что высотная зональность существенно преобразует широтные условия, происходит

похолодание климата, обусловленное увеличением абсолютных отметок поверхности земли, что сопровождается сменой тропического климата на субтропический

и изменением агроэкологического типа почв. При этом главным лимитирующим фактором сельскохозяйственного производства является естественная влагообеспеченность.

#### Библиографический список

1. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР. Научные труды ВАСХНИЛ. / Под ред. член кор. В.В. Егорова. – М.: Колос, 1975. – 256 с.
2. **Шашко Д.И.** Агроклиматическая карта мира. – М.: 1977.
3. **Шашко Д.И.** Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 249 с.
4. **Цубербиллер Е.А.** Агроклиматическая характеристика суховеев. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 169 с.
5. Схема использования водных ресурсов бассейна Саны. Кн. 1. Климатические и гидрологические условия. – М.: Мосгипроводхоз, 1986. – 195 с.
6. Схема использования водных ресурсов бассейна Саны. Кн. 2. Геологические и гидрогеологические условия. – М.: Мосгипроводхоз, 1986. – 195 с.
7. Схема использования водных ресурсов бассейна Саны. Кн. 3. Почвенные условия. – М.: Мосгипроводхоз, 1986. – 327 с.

8. Схема использования водных ресурсов бассейна Саны. Кн. 4. Природно-сельскохозяйственное районирование и мелиоративная оценка земфонда. – М.: Мосгипроводхоз, 1986. – 125 с.

9. Схема использования водных ресурсов бассейна Саны. Кн. 5. Использование поверхностного стока. – М.: Мосгипроводхоз, 1986. – 165 с.

10. **Беркало В.Я.** Показатели влагообеспеченности и режимы орошения трав в высокогорьях Киргизии. – Фрунзе: 1966. – 178 с.

11. Grop water requirments. Irrigation and Drainage paper № 24. FAO. Rome. 1975.

Материал поступил в редакцию 25.03.2020 г.

#### Сведения об авторе

**Исаев Андрей Сергеевич**, старший преподаватель, кафедры мелиорации и рекультивации земель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт Мелиорации, водного хозяйства и строительства им.А.Н. Костякова;127550, г. Москва, Прянишникова, 19; e-mail: andisrgau@mail.ru

#### A.S. ISAEV

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

## NATURAL-AGRICULTURAL LAND ZONING OF THE SANA BASIN ON THE MACRO- AND MEZOCLIMATIC LEVEL

*The purpose of the study is to study macroclimatic, mesoclimatic and microclimatic factors that are manifested under the conditions of a mountain relief, providing a certain level of heat and moisture supply of mountain landscapes forming a specific soil cover, development of soil and climate justification for crops placement and application of fertilizers, creation of the general scheme of agro technical and water reclamations, planning and implementation of measures for the rational use of land resources. The analysis and generalization of surveys and studies there were established regularities of spatial distribution of climatic conditions depending on the absolute level of the earth surface and relief. There was defined a biological productivity of soil types and features of agricultural land use, established the main indicators being the basis of the scheme of the natural-agricultural zoning of the Sana basin in the system of the integrated territorial-production entities marked on three levels: macro, mesoclimatic and microclimatic.*

*Natural-agricultural zoning, taxonomic units of natural-agricultural zoning, macroclimatic conditions, mesoclimatic conditions.*

#### References

1. Prirodno-selskohozyajstvennoe rajonirovanie zemelnogo fonda SSSR. Nauchnye Trudy VASHNIL. / Pod red. chlenkor. V.V. Egorova. – М.: Kolos, 1975. – 256 s.

2. **Shashko D.I.** Агроклиматическая карта мира. – М.: 1977.

3. **Shashko D.I.** Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 249 s.

4. **Tsuberbiller E.A.** Agroklimaticheskaya harakteristika suhoveev. – L.: Gidrometeorizdat, 1959. – 169 s.

5. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. Kn. 1. Klimaticheskie i gidrologicheskie usloviya. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 195 s.

6. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. Kn. 2. Geologicheskie i gidrogeologicheskie usloviya. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 195 s.

7. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. Kn. 3. Pochvennyye usloviya. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 327 s.

8. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. Kn. 4. Prirodno-selskhozayajstvennoe rajonirovanie i meliorativnaya otsenka zemfonda. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 125 s.

9. Skhema ispolzovaniya vodnyh resursov bassejna Sany. Kn. 5. Ispolzovanie

poverhnostnogo stoka. – M.: Mosgiprovodhoz, 1986. – 165 s.

10. **Berkalo V.Ya.** Pokazateli vlagoobespechennosti i rezhimy orosheniya trav v vysokogorjah Kirgizii. – Frunze: 1966. – 178 s.

11. Grop water requirements. Irrigation and Drainage paper № 24. FAO. Rome. 1975.

The material was received at the editorial office  
25.03.2020

#### **Information about the author**

**Isaev Andrej Sergeevich**, senior lecturer, department of land reclamation and reclamation, FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev, Institute of land reclamation, water management and building named after A.N. Kostyakov, 127550, Moscow, Pryanishnikova ul., 19; e-mail: andisrgau@mail.ru